

水利工程隧洞衬砌及喷锚支护加固施工技术分析

于明弘

(国能四川西部能源股份有限公司, 四川 德阳 618200)

摘要 对于水利工程来说, 隧洞是非常重要的组成部分之一, 隧洞施工时一定要保证线路符合施工建设方面的需要。隧洞施工过程中容易受到地质条件、水文环境、地形地貌等方面的影响, 为了保证隧洞施工质量, 一定要加强隧洞衬砌和喷锚支护加固施工方面的控制, 这是保证水利工程项目整体施工质量以及安全的基础。针对此, 本文主要对水利工程隧洞衬砌和喷锚支护加固施工等方面的内容进行阐述, 希望能够为相关人士提供有效参考。

关键词 水利工程; 隧洞; 衬砌; 喷锚支护

中图分类号: TV5

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)02-0043-03

1 隧洞衬砌施工技术分析

对于水利工程来说, 隧洞衬砌技术是最为重要的施工技术之一, 其对于整个隧洞工程的施工质量、安全性、使用寿命等都具有较大影响。具体施工过程中一定要严格遵照技术标准来进行, 防止产生质量、安全方面的问题, 保证隧洞的正常应用。隧洞衬砌指用素混凝土、钢筋混凝土、锚喷、钢板、水泥砂浆、浆砌石等对隧洞围岩进行衬护的结构。隧洞衬砌的作用包括: 承受山岩压力和内外水压力等荷载, 保护围岩稳定; 按设计要求成形过水断面; 降低隧洞表面糙率, 提高过流能力; 保护围岩免遭风化及水流冲刷; 防止和减少隧洞渗漏等^[1]。

1.1 锚杆施工

第一, 锚杆的选择。锚杆是衬砌施工最为关键的部分, 在选择锚杆时要按照围岩的具体结构类型、钻孔方式以及所用设备型号等来进行, 同时要确定合适的锚杆长度、直径等指标, 保证锚杆插孔长度 > 35% 锚杆总长。

第二, 进行锚杆的预处理。在确定完适宜的锚杆之后, 施工前一定要对其质量进行检验, 存在问题的锚杆严禁使用。之后将锚杆表层存在的锈迹、灰尘等清理干净, 必要情况下需要对锚杆进行校直。

第三, 钻孔以及成孔质量的检验。可以通过手风钻机等设备钻锚杆孔, 同时对于成孔的关键指标 (例如相邻孔洞间距、成孔位置、孔径、深度、孔壁垂直度等) 进行检验, 确保其符合设定标准后就可以插入锚杆, 一定要检查锚杆的插孔深度, 要保证浆液管插入孔内的深度达到 75mm 左右, 并且将水泥砂浆均匀缓慢地注

入其中, 在确保砂浆凝固之后就完成了锚杆施工。

第四, 明确锚孔的施工顺序。施工现场没有特殊情况下可以顺次进行锚杆施工、混凝土喷射等相关操作, 以此来形成隧洞的喷锚支护体系。若是施工现场存在着 IV、V 类型的特殊岩石, 那么要紧跟开挖面, 采取向喷后锚再复喷施工的方式, 要先在隧洞围岩结构表层喷合适厚度的混凝土, 之后再继续进行锚杆施工、混凝土喷射施工等, 能够进一步增强围岩结构稳定性。

1.2 混凝土喷射

第一, 在进行混凝土喷射时, 为了最大程度地降低材料因素对于衬砌质量形成的影响, 需要事先进行混凝土的试拌, 并对其进行必要的试验检测, 按照检测所得结果和混凝土材料的性能指标实施比对分析, 在此基础上对混凝土配比情况实施必要调整, 确保所用水泥、集料、拌和水等材料比例的适宜。

第二, 在完成混凝土的配置之后, 喷射之前要对隧洞的围岩实施必要清理, 将施工区域存在的杂物、松散围岩等清理掉, 防止之后混凝土喷射时造成松散围岩的掉落而发生危险。在进行混凝土喷射过程中需要对关键性指标 (例如混凝土喷射速度、喷射压力、混凝土层厚度等) 进行控制, 确保其在允许范围内, 同时要及时检查混凝土的喷射结果, 一旦发现存在某些脱落开裂的情况, 要对其及时进行补喷。

第三, 完成混凝土的喷射之后要对其表层实施整平处理并进行必要的养护操作, 防止混凝土硬化过程中受到多方面因素影响而产生裂缝问题。

1.3 衬砌施工

第一, 施工过程中最主要的是确保安全性, 因此,

在衬砌施工前要对隧洞支护情况进行检验,一定要保证支护体系符合施工标准要求,否则就要对其实施必要的加固处理。例如实际操作时可以对混凝土喷层表面裂缝情况进行查验,明确宽度、深度等指标,在此基础上通过表面封闭法或内部修补法等对其进行修复。

第二,进行有效的测量放样。可以将施工图作为参照,利用水准仪等相关设备来对隧洞衬砌结构关键指标(例如中线位置、断面、标高等)实施测量并进行明显标识,同时利用有效的排堵水措施来保证衬砌表层不存在渗水的情况。

第三,将隧洞底板当作初始位置逐渐向顶板、拱顶位置进行混凝土的浇筑,要保证混凝土浇筑速度的均匀性,避免速度过快而形成表层裂缝问题^[2]。

第四,加强混凝土的养护。可以在混凝土表层喷洒一定量的水分,从而保证混凝土内外温差 $< 25^{\circ}\text{C}$,在保证达到养护时间、满足试块强度后就可以进行脱模操作。

2 隧洞喷锚支护加固施工技术分析

2.1 隧洞喷锚支护基本概述

在隧洞喷锚支护技术还没有大力普及的时期,为了对隧洞洞室和周边围岩进行支护,往往采取其他永久性支护方式。随着近些年技术快速发展,喷锚支护已经成为隧洞初期结构支护的主体模式,同时将其和隧洞模筑钢筋混凝土相结合,能够形成二次隧洞衬砌主体结构。在进行喷锚的初始阶段,需要在围岩内顺次打入相应的金属砂浆锚杆,通过喷锚操作可以促使金属锚杆、混凝土砂浆喷层、二次砂浆衬砌和隧洞围岩融合成为整体,各个部分之间相互关联,可以进一步提升隧洞围岩整体结构的稳定性。

第一,隧洞结构。隧洞围岩是隧洞的主要负载单位,与支护结构一起共同支撑隧洞结构完整,保障施工进度和施工安全。当隧道开挖造成岩体破坏时,要通过隧道衬砌将岩体结构进行补充,并通过金属锚杆将隧道衬砌和围岩连接,共同构成了一个整体,达到保护岩体完整性的目的,稳定隧洞结构。这是因为围岩长时间暴露,容易受到风化作用的影响,变得不够稳固,当发生灾害或者强烈地动时,容易造成围岩过载而坍塌,引起安全事故,而通过初期的喷锚支护,将衬砌与围岩连接,就可以提高隧洞围岩的稳定性,保证隧洞完整。

第二,支护结构。喷锚支护技术是将衬砌和围岩连接的关键技术。进行喷锚支护时,其支护结构必须与围岩无缝隙接触,并且要有一定的弹性,但弹性系数要在一定的范围内,不能过大或者过小,弹性过小

容易导致在围岩发生形变时支护结构受损,从而降低隧道的结构完整,弹性过大又容易降低围岩的负载能力,增加安全风险。

总而言之,隧洞喷锚支护施工时,要保障支护结构和隧洞结构的有效结合,控制围岩形变,提高围岩抗过载能力。

2.2 隧洞喷锚支护的施工方法

第一,隧洞喷锚支护的锚杆施工。锚杆能够有效保证整个支护隧道围岩和其他支护结构的安全支撑。在进行隧洞主体围岩施工时,施工人员一定要根据施工隧洞围岩的材料使用情况及施工围岩隧洞的喷锚主体结构设计的结构性能要求,合理控制设计量,并选择需要施工围岩锚杆的量,以及主体支护种类、长度、间距和是否使用围岩粘结剂等施工材料,以有效率地提高围岩喷水浇锚主体结构设计施工时的效果。支护板在锚杆尾端施工时,锚杆的两个压力尾端不需要设置自动支撑垫板,锚杆尾端的自动支撑垫板荷载设置操作,能够增强施工主体锚柱的承受力,发挥主体围岩支柱锚杆尾端对施工主体锚柱围岩的自动荷载约束力和支护作用效果。

对于不需要具有垂直墙体的大型建筑物外围岩,锚杆的具体布置施工方式应选择位于横向垂直水平墙体的其他节水材料处理面,或与垂直墙体其他节水材料处理横截面高度拟合成的最大横向垂直倾斜角度并使其呈轻微放射状倾斜方向施工布置。锚杆专用部件进行安装后,应随机自动固定选取一个安装锚杆专用部件,并进行自动稳定拉拔后的耐压能力试验,以有效地保证需要安装专用锚杆的部件整体运动结构性和运动稳定性。当第一围岩支柱锚杆与该第二层喷射后的混凝土直接相结合形成支护结构后,需要再进行一次混凝土,确保第一层围岩锚杆与该次喷射后之混凝土的紧密连接。

如果在大型隧洞桥梁锚杆整体建设工程施工中,突然发现一个大型隧洞桥梁锚杆整体出现大量严重渗水,首先必须对其进行防水处理,并在排除大量渗水后再对其进行恢复施工,或者要考虑是否选用其他不同施工类型的锚杆,避免出现大量渗水对整个隧洞桥梁锚杆整体运动性能稳定性大幅下降可能带来的不良影响。

第二,喷射混凝土施工。一定要确保所喷混凝土基层厚度指标满足标准规范的要求,避免喷射过厚或过薄。例如喷射过厚就会对二次喷射的空间造成影响,无法确保围岩后续的施工效果;喷射过薄则不能形成对基层围岩主体的有效保护。若是混凝土基层喷射时

突发大量混凝土基层脱落或者出现较大变形裂缝问题,需要第一时间进行喷水处理。需要确保喷射混凝土足够的保温养护时间(≥ 7 天),冬季寒冷温度较低,要注意做好喷射混凝土保温防冻养护工作。

第三,确定喷射混凝土原料的比例。混凝土的主要施工技术质量设计配比,是整个建筑工程喷水和锚水泥工程施工的重要物质基础,想要有效地提高建筑喷水和锚工程混凝土的施工技术质量,就要严控施工材料的配置比例。隧洞工程往往都处在相对偏远的区域,周边环境在很大程度上影响着隧洞混凝土的施工质量,为了保证其在隧道周围混凝土层的质量符合要求,要杜绝在隧道周围出现的在施工期间渗漏水的异常情况^[3]。

2.3 隧洞喷锚支护的施工过程

要针对施工所在区域的具体情况来确定采取的喷锚支护施工方式,一般较为常用的为上下层横断面交换台阶的方法。具体的施工过程为:

第一,进行材料的选择。为了保证混凝土的质量,要尽可能采用普通天然硅酸盐细砂水泥作为水泥骨料,可以采用 50% 以下高含砂率的天然或金黄细砂作为细砂骨料。需要注意的是,在选定粗骨料过程中,一定要特别关注水泥尺寸,正常情况下要控制水泥尺寸在 0.5cm~1cm 范围内,同时要尽可能采用 rrrh 型的中性速凝剂作为外加剂。

第二,喷射混凝土。想要确保喷射混凝土良好的质量,一定要确保所喷岩壁表层的清洁度,所以施工前一定要对岩壁表层进行彻底的清理,最大程度地保障岩壁的清洁性,之后根据岩壁的砂浆比例、施工顺序等来进行混凝土的配置。为了保证喷射的效果,需要将所喷射岩壁的厚度进行分段(按照 5cm 长度作为标准),此种方式能够进一步提高喷射质量。需要注意的是,在进行喷射时一定要特别关注所喷岩壁的厚度、喷射角度等方面的问题,正常情况下要控制喷射岩壁厚度在 3cm 左右,控制喷射口和岩面之间保持 10° 以内的夹角。

第三,设置锚杆及配套材料。紧固钢板焊接使用完成的钢筋钢板锚杆后,需要将钢筋锚杆模板主体网片与护栏紧固钢板锚杆护栏模板主体焊接牢固,本次钢筋锚杆模板施工所用的需要焊接使用的钢紧固焊接施工规格一般范围为 1000cm \times 200cm,在进行施工使用过程中,还有一些必须要特别注意的,护栏钢筋模板喷面与紧固锚杆模板钢筋网之间的紧固焊接应有缝隙,并且间距及其大小不能超过 3cm。除了以上两种焊接材料外,在进行钢筋喷锚板和钢筋支护板的焊接施工时,

还有一点必须特别考虑的是,使用一根焊接线连到整个钢筋网的格栅。在进行连接格栅铺设过程中一定要严格控制其连接间隔情况,正常情况要保持其在 100cm 左右。要通过主筋来对不同连接格栅实施连接,一般情况下要控制这些主筋的长度在 100cm 左右。

第四,进行混凝土的复喷。完成所有锚杆的安装之后要再次用水喷射一层混凝土。在进行喷射时可以采取分片的方式、按照从下到上的顺序来进行,一般情况下要保持分片角度的一致性,复喷往往采取的都是高温潮湿的方式来进行,需要对角度、厚度等指标进行严格控制,从而确保喷射质量。

第五,进行混凝土的覆盖。完成了锚杆喷射施工之后要第一时间进行混凝土的喷射,在进行锚杆喷射时最大程度地保障全部构件都能够均匀覆盖混凝土,完成喷射后需要加强后续应用过程的检查,从而第一时间发现其中存在的问题,采取针对性的措施进行解决,避免锚杆应用时产生问题。

3 结语

隧洞的施工现场大多处在偏远山区,这些地区地理环境复杂,不可控因素较多,因此施工过程中很容易遇到一些不可预见的困难,例如:施工技术难题,运输难题,对地质考察不够充分全面,都会对隧道施工带来较大的影响。不仅如此,在某些地区土质较为松散的高山地区,一些施工会给这些土层带来较大的冲击,这些土层振动往往会对其造成极大的地质危害,不仅会影响现场的施工质量,还会威胁隧道施工人员的财产人身安全。因此,在进行水利工程隧洞施工过程中要严格遵照相应标准规范来进行,要按照工程的实际情况选择最为适宜的施工方式,对各个阶段的施工质量进行管控,最大程度地避免产生衬砌裂缝、围岩松脱滑落、隧洞坍塌等施工问题。同时,在某些地区隧道建设工程中采取相应的隧洞喷锚施工和支护施工措施,以提高输水隧洞整体建设质量,保障工程顺利开展。

参考文献:

- [1] 熊昕.水利工程隧洞衬砌及喷锚支护加固施工探讨[J].黑龙江水利科技,2023(10):203-205.
- [2] 郑立臣.输水工程隧洞衬砌修补加固施工技术[J].工程建设与设计,2023(08):144-146.
- [3] 任金成.水利工程输水隧洞施工开挖衬砌技术[J].农业科技与信息,2017(06):128-130.